

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG *APARTEMENT* 4 LANTAI DAN 1
BASEMENT DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN BIASA (SRPMB)
DI DAERAH WONOGIRI**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada Program Studi
Teknik Sipil Fakultas Teknik**

Oleh:

MAHFUD JUNARA

D 100 120 005

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2017

LEMBAR PERSETUJUAN

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG *APARTEMENT* 4 LANTAI DAN 1
BASEMENT DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN BIASA (SRPMB)
DI DAERAH WONOGIRI**

PUBLIKASI ILMIAH

Diajukan oleh:
MAHFUD JUNARA
NIM: D 100 120 005

Diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing Utama
Tanggal: 09 Oktober 2017



Ir. Abdul Rochman, M.T.
NIK: 610

HALAMAN PENGESAHAN

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG RUMAH SUSUN 4 LANTAI DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN BIASA (SRPMB) DI WILAYAH WONOGIRI

Oleh :

MAHFUD JUNARA

D 100 120 005

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Kamis, 09 Oktober 2017

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Ir. Abdul Rochman, M.T.

(Pembimbing Utama)

(.....)

2. Muhammad Ujianto, S.T., M.T.

(Dewan Penguji Utama)

(.....)

3. Ir. Aliem Sudjatmiko, M.T.

(Dewan Penguji Pendamping)

(.....)



Dekan,

Ir. Sri Sunarjono, MT., Phd.

NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 9.....*October*.....2017

Penulis



MAHFUD JUNARA *

D 100 120 005

PLANNING STRUCTURAL BUILDING APARTMENT 4 FLOOR AND 1 BASEMENT WITH MOMENT RESISTING FRAME WORK SYSTEM REGULAR (SRPMB)

IN WONOGIRI

ABSTRACT

Wonogiri regency is a developing region with improvements in infrastructure, business and tourism as a whole to meet the demands of development in Indonesia so as to make residential needs increase. In addition, Wonogiri it self became one of the development of small and large scale industries. The development of property business in Wonogiri is currently attracting many enthusiasts from several regions around and outside the city. This makes the opportunity that can provide benefits for the government and investors who invest in one of the shares of the apartment. This apartement planning refers to the latest regulation (SNI) that has been issued by the government, namely SNI 1726-2012 (Procedures for Planning of Earthquake Resilience for Building Structure and Non Building) and SNI 2847-2013 (Structural Concrete Requirements for Buildings). Apartment planning includes roof structures of steel frames, beams, columns, roof plates, floor plates, foundations and sloof. Location of Apartment building located in Wonogiri with classification of land site including category SC (hard ground), earthquake resistant building with response modification factor (R) of 3, Ie building priority factor with value 1.0. The quality of concrete used is f'_c 25 MPa, and longitudinal reinforcement $f_y = 350$ MPa and shear reel (begel) $f_{yt} = 300$ MPa. In this plan use SAP2000 program support for calculation of structure analysis and program of AutoCad for description of building structure. The planning results show that for steel frame roof using BJ37, roof plate with 10 cm thick and floor plate with 12 cm thick, 350/650 mm main beam and 250/400 mm children beam. For columns with dimensions of 700/700 mm. For the bottom structure using the foundation of 9 m piles with soil bearing capacity of 250 kPa.

Keywords: *planning, regular moment bearer frame system, building structure, SAP 2000.*

ABSTRAK

Kabupaten Wonogiri merupakan wilayah yang berkembang dengan pembenahan infrastruktur, bisnis dan pariwisata secara keseluruhan untuk menyongsong tuntutan pembangunan yang ada di Indonesia sehingga membuat kebutuhan hunian meningkat. Selain itu, Wonogiri sendiri menjadi salah satu tempat perkembangan industri-industri skala kecil maupun skala besar. Perkembangan bisnis properti di Wonogiri saat ini mulai menarik banyak peminat dari beberapa daerah di sekitarnya maupun luar kota. Hal ini menjadikan peluang yang dapat memberikan keuntungan bagi pemerintah maupun para investor yang menanamkan saham salah satunya yaitu *apartement*. Perencanaan *apartement* ini mengacu pada peraturan (SNI) terbaru yang telah diterbitkan pemerintah, yaitu SNI 1726-2012 (Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung) dan SNI 2847-2013 (Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung). Perencanaan *Apartment* ini mencakup struktur atap rangka baja, balok, kolom, pelat atap, pelat lantai, fondasi dan *sloof*. Lokasi gedung *Apartment* berada di Wonogiri dengan klasifikasi situs

tanah termasuk kategori SC (tanah keras), gedung tahan gempa dengan faktor modifikasi respons (R) sebesar 3, faktor keutamaan bangunan I_e dengan nilai 1,0. Mutu beton yang dipakai f'_c 25 MPa, serta tulangan longitudinal $f_y = 350$ MPa dan tulangan geser (begel) $f_{yt} = 300$ MPa. Dalam perencanaan ini menggunakan bantuan program SAP2000 untuk perhitungan analisis struktur dan program AutoCad untuk penggambaran detail-detail struktur gedung. Hasil perencanaan menunjukkan bahwa untuk atap rangka baja menggunakan BJ37, pelat atap dengan tebal 10 cm dan pelat lantai dengan tebal 12 cm, balok utama berdimensi 350/650 mm dan balok anak berdimensi 250/400 mm. Untuk kolom dengan dimensi 700/700 mm. Untuk struktur bawah menggunakan fondasi tiang pancang 9 m dengan daya dukung tanah sebesar $\overline{\sigma}_t = 250$ kPa.

Kata Kunci: perencanaan, sistem rangka pemikul momen biasa, struktur gedung, *SAP 2000*.

1. PENDAHULUAN

1.2 Latar Belakang

Wonogiri adalah salah satu kota yang terletak di ujung timur dan ujung selatan propinsi Jawa Tengah, perannya sebagai jalur alternatif transportasi darat yang menghubungkan propinsi Jawa Tengah dengan propinsi Jawa Timur, menjadikannya sebagai salah satu kota yang mempunyai peran yang sangat penting dalam jalur alternatif transportasi, perdagangan, dan pariwisata. Jajaran kawasan industri pertanian yang membentang dari kota Sukoharjo sampai Ponorogo. Selain kawasan industri pertanian, Wonogiri mempunyai nilai lebih dari kawasan lain yaitu dari sektor perdagangan dan pariwisata. Pegunungan Wonogiri yang kaya akan hasil pertanian berdampak di sektor perdagangan yang sampai saat ini makin pesat serta nuansa pegunungan dengan berbagai keindahan hamparan petakan-petakan ladang menjadi daya tarik bagi wisatawan domestik. Selain pegunungan Wonogiri, kota Wonogiri juga memiliki aset alam seperti Waduk Gajah Mungkur, Air Terjun Girimanik, Pantai Nampu, Pemandian air hangat Khayangan yang mampu menyerap khalayak ramai dari berbagai status sosial.

Kabupaten Wonogiri memiliki keutamaan yang berkaitan dengan wisata alam, budaya dan juga kesenian yang harus dilestarikan. Selain itu, Wonogiri sendiri menjadi salah satu tempat perkembangan industri-industri skala kecil maupun skala besar. Perkembangan bisnis properti di Wonogiri saat ini mulai menarik banyak peminat dari beberapa daerah di sekitarnya maupun luar kota. Hal ini menjadikan peluang yang dapat memberikan keuntungan bagi pemerintah maupun para investor yang menanamkan saham salah satunya yaitu *apartement*.

Pembangunan *apartement* adalah salah satu solusi investasi di bidang properti yang belum begitu diminati saat ini, khususnya untuk gedung *apartement* bertingkat. Namun dengan pembangunan *apartement* lahan di daerah Wonogiri adalah termasuk daerah gempa sedang, tetapi dalam perencanaan gedung *apartement* tersebut penyusun perlu merancang gedung 4 lantai 1 *basement* agar lahan yang tersedia dapat digunakan secara optimal.

Gedung *apartement* direncanakan 4 lantai dan 1 *basement* dengan menggunakan sistem rangka pemikul momen biasa di wilayah Wonogiri (SNI 1726-2012), dan dalam perhitungan struktur menggunakan *software* SAP 2000.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan pada bagian latar belakang di atas, maka disimpulkan rumusan masalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana merencanakan sebuah gedung 4 lantai dan 1 *basement* dengan sistem rangka pemikul momen biasa (SRPMB) ?
- b. Bagaimana menganalisis beban gempa yang terjadi pada gedung 4 lantai dan 1 *basement* berdasarkan peta respons spektrum percepatan gempa di wilayah Wonogiri ?

1.4 Tujuan Perencanaan

Tujuan yang ingin dicapai dalam perencanaan adalah:

- a. Mendapatkan desain struktur bangunan 4 lantai dan 1 *basement* dengan sistem rangka pemikul momen biasa (SRPMB) yang mampu mendukung beban perlu sesuai dengan kombinasi beban yang ditentukan menurut peraturan SNI Beton-2013.
- b. Mendapatkan desain gedung 4 lantai dan 1 *basement* yang mampu menahan beban gempa berdasarkan peta respons spektrum percepatan gempa di wilayah Wonogiri sesuai dengan peraturan SNI Gempa-2012.

1.5 Manfaat Perencanaan

Tugas akhir ini diharapkan dapat bermanfaat bagi mahasiswa maupun pengusaha/pengembang. Bagi mahasiswa, dapat menambah wawasan dan memperdalam pengetahuan mengenai perencanaan dan desain gedung bertingkat dengan sistem rangka pemikul momen biasa sesuai dengan peraturan SNI Gempa-2012 dan SNI Beton-2013.

Bagi pengusaha/pengembang, dapat dipakai sebagai pedoman atau masukan dalam perencanaan gedung bertingkat di wilayah Wonogiri, yaitu sistem perencanaan

dengan sistem rangka pemikul momen biasa dengan memperhatikan beban-beban yang bekerja pada struktur portal meliputi beban mati, beban hidup, dan beban gempa.

1.6 Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah dalam perencanaan gedung *apartement* ini adalah sebagai berikut: Gedung yang direncanakan adalah gedung *apartement* 4 lantai dan 1 *basement* di wilayah Wonogiri.

Perhitungan struktur mencakup perhitungan struktur atap (kuda-kuda baja) dan struktur beton bertulang (pelat lantai, pelat tangga, perhitungan balok, kolom dan fondasi) dengan sistem rangka pemikul momen biasa (SRPMB).

1). Spesifikasi struktur:

- a). Mutu beton $f'_c = 25 \text{ MPa}$
- b). Mutu baja $f_y = 350 \text{ MPa}$ (tulangan longitudinal)
- c). Mutu baja $f_{yt} = 240 \text{ MPa}$ (tulangan geser/begel)

2). Atap menggunakan rangka atap baja BJ 37.

3). Ketinggian kolom lantai *basement* sampai lantai 1 adalah 4 m, lantai 1 sampai lantai 2 adalah 4 m dan lantai 2 sampai lantai 4 masing-masing adalah 3,80 m.

4). Tebal pelat lantai diambil 12 cm, pelat atap 10 cm, dan pelat *basement* 20 cm.

5). Fondasi menggunakan tiang pancang dan dipancangkan sampai tanah keras.

6). Perhitungan analisis struktur menggunakan portal 3 dimensi.

7). Peraturan-peraturan yang digunakan dalam perencanaan adalah sebagai berikut:

- a). Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726-2012).
- b). Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847-2013).

1.7 Keaslian Tugas Akhir

Penyusunan tugas akhir tentang perencanaan gedung ini bukan merupakan yang pertama melainkan sudah pernah dilakukan sebelumnya. Dalam tugas akhir ini membahas tentang perencanaan gedung rumah susun 4 lantai dan 1 *basement* dengan sistem rangka pemikul momen biasa (SRPMB) di wilayah Wonogiri.

Tugas akhir ini mengambil referensi dari tugas akhir sebelumnya dengan judul : “Perencanaan Gedung Sekolah 4 Lantai (+1 *Basement*) dengan Prinsip Daktail Penuh di Daerah Sukoharjo” (Amin, 2014).

Perbedaan dari tugas akhir ini dengan tugas akhir sebelumnya yaitu :

- 1). Spesifikasi struktur dan fungsi bangunan.
- 2). Lokasi pembangunan.

3). Peraturan yang digunakan dalam perencanaan.

1.8 Pembebanan Struktur

Perencanaan struktur bangunan harus memperhitungkan beban mati, beban hidup, beban gempa dan beban hujan yang bekerja pada struktur tersebut. Beban sendiri yaitu gaya luar yang bekerja pada suatu struktur.

1.9 Faktor Beban

Faktor beban memberikan nilai kuat perlu bagi perencanaan pembebanan bagi struktur. Mencari nilai kuat perlu dihitung menurut SNI 1727:2013, supaya struktur dan komponen struktur memenuhi syarat kekuatan dan layak pakai terhadap bermacam-macam kombinasi beban, maka harus dipenuhi persyaratan dari kombinasi-kombinasi beban terfaktor sebagai berikut ini :

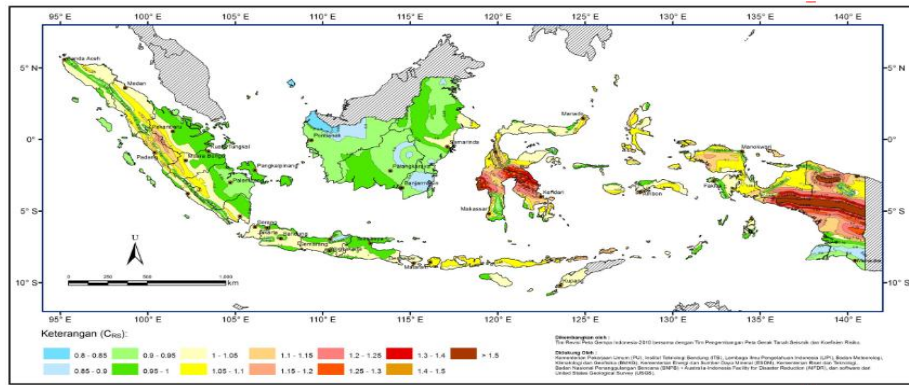
- a) $U = 1,4 D$ (II.1a)
- b) $U = 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R)$ (II.1b)
- c) $U = 1,2 D + 1,6 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5 W)$ (II.1c)
- d) $U = 1,2 D + 1,0 W + L + 0,5 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R)$ (II.1d)
- e) $U = 1,2 D + 1,0 E + L + 0,2 S$ (II.1e)
- f) $U = 0,9 D + 1,0 W$ (II.1f)
- g) $U = 0,9 D + 1,0 E$ (II.1g)

1.10 Beban Gempa

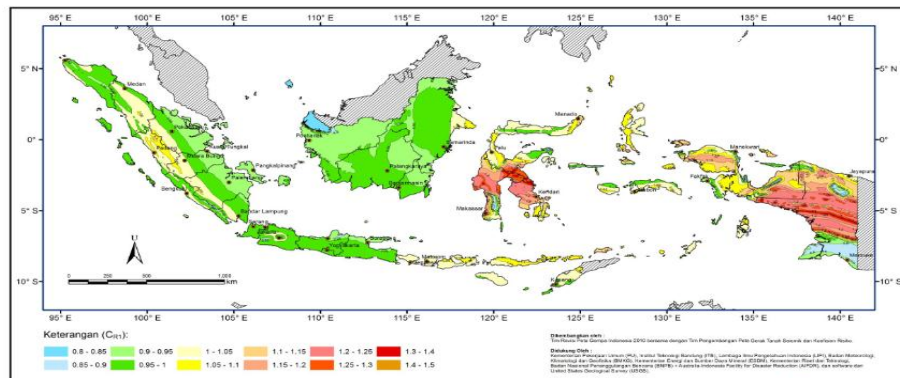
1). Prosedur pembuatan Respons Spektrum Gempa

Dalam SNI gempa-2012 tidak lagi menampilkan gambar respons spektrum gempa seperti SNI gempa-2002, sesuai dengan kondisi tanah maupun tingkat resiko gempa.

- a) Menentukan S_s & S_1 dengan gambar 1 & gambar 2 peta respons spektrum perencanaan gempa. S_s yaitu parameter respons spektrum perencanaan gempa untuk periode 0,2 dt (periode pendek) dibatukan **SB** dengan probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun (dari gambar 1), S_1 untuk periode 1 dt (periode panjang) dari gambar 2.
- b) Tentukan kelas situs tanah, yang bergantung pada kondisi tanah (**SA~SF**) Pasal 6.1.2 (lihat tabel.II.1).



Gambar 1 peta respons spektrum percepatan gempa($t=0,2$ dt) redaman 5%,tanah **SB**, probabilitas terlampaui 2% dalam 50 Thn.(untuk mencari S_s)



Gambar 2 peta respons spektrum percepatan gempa($t=1$ dt) redaman 5%,tanah **SB**, probabilitas terlampaui 2% dalam 50 Thn.(untuk mencari S_1)

Kelas Situs	Sifat rata-rata pada 30 m lapisan atas		
	V_s (m/dt)	N atau N_{ch}	S_u (kPa)
SA (batuan keras)	> 1500	Not Applicable	Not Applicable
SB (batuan)	$750 < V_s \leq 1500$	Not Applicable	Not Applicable
SC (tanah. keras, sangat padat dan batuan lunak)	$350 < V_s \leq 750$	> 50	≥ 100
	V_s = kecepatan rambat gelombang geser	N/N_h = penetrasi standar rata-rata tanah/non kohesif	S_u = kuat geser nilai rata-rata
SD (tanah sedang)	$175 < V_s \leq 350$	$15 < V_s \leq 50$	$50 < V_s \leq 100$
SE (tanah lunak)	< 175	< 15	< 50
	atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut : 1. Indeks Plastisitas, $PI > 20$. 2.Kadar air, $W \geq 40\%$ & kuat geser terdrainasi $S_u < 25$ kPa.		
SF (tanah khusus,yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik & analisis respons spesifik situs).	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik sebagai berikut : -Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi,lempung sensitif,tanah tersedimentasi lemah -Lempung sangat organik dan/atau gambut,(ketebalan $H > 3$ m) -Lempung berplastisitas sangat tinggi(ketebalan $H > 7,5$ m dg $PI > 75$). -Lapisan lempung lunak/setengah keras dg $H > 35$ m dg $S_u < 50$ kPa.		

Tabel II.1 kelas situs tanah

- c) Tentukan S_{ms} dan S_{m1} (Pasal 6.2) :

$$S_{ms} = F_a \cdot S_s ; S_{m1} = F_v \cdot S_1 \text{ (lihat tabel II.2\&3)} \quad (\text{II.1.c})$$

S_{ms} = Yaitu modifikasi S_s yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs (untuk periode percepatan gempa 0,2 dt).

S_{m1} = Yaitu modifikasi S_1 yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs (untuk periode percepatan gempa 1 dt).

- d) Tentukan S_{ds} dan S_{d1} (Pasal 6.3) :

$$S_{ds} = 2/3 \cdot S_{ms} ; S_{d1} = 2/3 \cdot S_{m1} \quad (\text{II.1.d})$$

(S_{ds} & S_{d1} masing-masing parameter desain percepatan respons spektrum untuk periode 0,2 dt & 1 dt).

Kelas Situs	koef. Situs tanah untuk periode pendek ($T = 0,2$ dt), F_a				
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1$	$S_s \geq 1,25$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
SE	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
SF	Situs yang butuh investigasi geoteknik spesifik & analisis respons spesifik				

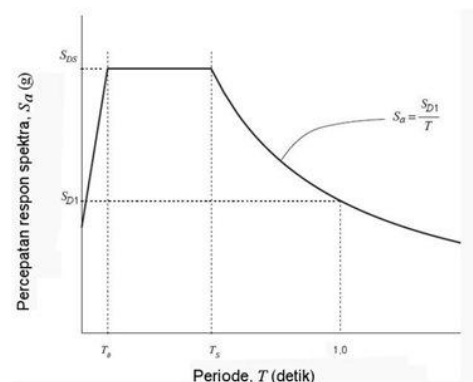
Tabel II.2 Penentuan F_a

Kelas Situs	koef. Situs tanah untuk periode panjang ($T = 1$ dt), F_v				
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1 = 0,2$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 \geq 0,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
SD	2,4	2,0	1,8	1,6	1,5
SE	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
SF	Situs yang butuh investigasi geoteknik spesifik & analisis respons spesifik				

Tabel II.3 Penentuan F_v

- e) Respons spektrum desain

Diagram respons spektrum dibuat seperti pada Gambar II.3 berikut.



Gambar 3. Diagram respons spektrum

Nilai T_0 dan T_s dihitung dengan rumus :

$$T_0 = 0,2 \frac{S_{d1}}{S_{ds}} , T_s = \frac{S_{d1}}{S_{ds}} \quad (\text{II.1.e1})$$

Nilai-nilai S_a yang merupakan fungsi dari periode getar struktur (T) dihitung seperti berikut ini.

$$T < T_0$$

$$S_a = S_{DS} \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right) \quad (\text{II.1.e2})$$

$$T_0 < T < T_s$$

$$S_a = S_{DS} \quad (\text{II.1.e3})$$

$$T > T_s$$

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \quad (\text{II.1.e4})$$

2). Faktor penentu beban gempa

2a). *Faktor keutamaan (I_e) dan kategori risiko struktur bangunan.* Di dalam SNI-1726-2012 Pasal 4.1.2, kategori risiko struktur bangunan dikelompokkan menjadi 4 kategori. Kategori I merupakan kategori bangunan gedung dan non-gedung yang mempunyai tingkat keutamaan paling rendah, sedangkan kategori IV adalah kategori dengan keutamaan bangunan paling tinggi. Adapun faktor keutamaan gedung disesuaikan menurut kategori risiko struktur bangunan tersebut. Semakin tinggi kategori struktur bangunan, maka nilai faktor keutamaan juga semakin tinggi.

2b). *Periode getar alami struktur (T).* Untuk menghitung periode getar alami digunakan rumus-rumus pendekatan pada SNI-1726-2012 Pasal 7.8.2.1 khusus untuk analisis dengan metode statis, dengan catatan harus dikontrol dengan periode getar eksak.

2c). *Koefisien beban gempa dasar (C).* Nilai C diperoleh dari diagram respons spektrum berdasarkan periode getar alami struktur (T). Nilai C digunakan sebagai beban dasar untuk gaya geser desain struktur.

2d). *Faktor reduksi beban gempa (R).* Faktor reduksi beban gempa atau faktor modifikasi respons (R) adalah suatu nilai yang mereduksi jumlah beban gempa berdasarkan tipe struktur yang direncanakan serta komponen struktur pendukung lainnya. Nilai R diatur di dalam SNI-1726-2012 Pasal 7.2.1.

2e). *Berat seismik efektif (W).* Berat seismik efektif adalah berat sendiri dari keseluruhan struktur ditambah dengan berat beban hidup yang direduksi. Berat seismik efektif diatur di dalam SNI-1726-2012 Pasal 7.7.2.

3). Desain beban gempa dengan analisis dinamis menurut SNI Gempa-2012

3a). Menentukan Matrik massa $[M]$ dan matrik kekakuan $[K]$

$$[M] = \begin{bmatrix} M_n & 0 & 0 & \dots & \dots & \dots & 0 \\ \dots & M_{n-1} & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \dots & \dots & M_2 & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \dots & \dots & 0 & M_1 \end{bmatrix} \quad [K] = \begin{bmatrix} K_n & -K_n & 0 & \dots & \dots & \dots & 0 \\ & K_n + & & & & & \\ -K_n & K_{n-1} & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ & & & & & K_3 + & \\ 0 & 0 & \dots & \dots & \dots & K_2 & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \dots & \dots & -K_2 & K_2 + K_1 \end{bmatrix}$$

3b). Dihitung nilai ω_i , $\{\delta_i\}$, & T_i

ω_i = Frekuensi alami struktur pada mode-i, rad/dt

$\{\delta_i\}$ = Matrik simpangan relatif pada mode-i ($i=1 \sim n$)

$\{\delta_i\}^T = [\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n]$; T_i = Waktu getar Struktur

3c). Tentukan nilai C, I_e , & R

C = koef. Beban gempa, bergantung pada periode fundamental & situs tanah di bawah gedung pada daerah tertentu

I_e = faktor keutamaan gedung (Pasal 4.1.2)

R = koef. Modifikasi respons (pasal 7.2.2..SNI Gempa 2012)

3d). Dihitung nilai $C_{di} = (C \cdot I_e / R) \cdot g$

(II.3.d)

C_{di} = Respons percepatan maks dengan kesatuan grafitasi.

g = Percepatan grafitasi

3e). Dihitung M_i , R_i & $\Delta_{i,maks}$

$$M_i = \{\delta_i\}^T \cdot [M] \cdot \{\delta_i\} \quad (II.3.e.1)$$

$$R_i = \sum (\delta_i \cdot M) \quad (II.3.e.2)$$

$$\Delta_{i,maks} = (R_i \cdot C_{di}) / (\omega_i^2 \cdot M_i) \quad (II.3.e.3)$$

$$3f). \{X\}_{maks} = [\sum (\delta) \cdot \Delta_{i,maks}]^{0.5} \quad (II.3.f)$$

$\{X\}_{maks}$ = Simpangan mutlak kombinasi dari simp. Maks. Pada tiap-tiap mode agar diperoleh resp. Struktur yang lengkap.

3g). $\{G\} = [K] \cdot \{X\}_{maks}$ = Matrik beban kerja tiap lantai

(II.3.g)

Cat : Untuk gedung 2 lt., nilai ω_1 & ω_2 dapat dihitung dengan mudah. Tetapi untuk gedung 3 lt. Atau lebih, nilai-nilai ω tersebut sulit dicari dipakai cara coba-coba dengan iterasi. Kekuatan kolom (k) dapat dihitung dengan rumus berikut $K = (\sum a_{ni} \cdot k_{kni}) \cdot (0,75 \cdot E_c \cdot 12/L_{kni}^2)$ dengan :

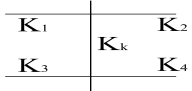
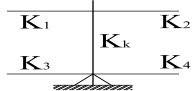
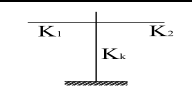
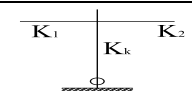
a_{ni} = Konstanta a pada kolom n lt-i yang bergantung pada faktor kekuatan batang-batang yang menjapit kedua ujung kolom (K). Nilai a & k seperti pada tabel.

k_{kni} = Angka kekakuan untuk kolom lt-i dihit. Dengan $k_{kni} = I/L$.

E_c = Modulus elastisitas beton = $4700 \cdot \sqrt{f'_c}$, Mpa.

L_{kni} = Tinggi bruto kolom n lt-i/ m

Tabel II.4 Nilai k dan a

Hubungan batang	Nilai k dan a
	$K = \frac{K_1+K_2+K_3+K_4}{2 \cdot K_k}$; $a = K / (2+k)$
	$K = \frac{K_1+K_2+K_3+K_4}{2 \cdot K_k}$; $a = K / (2+k)$
	$K = \frac{K_1+K_2}{2 \cdot K_k}$; $a = (0,5+k)/(2+k)$
	$K = \frac{K_1+K_2}{2 \cdot K_k}$; $a = (0,5+k)/(1+2k)$

2. METODE PENELITIAN

2.1 Perencanaan Struktur Atap Rangka Baja

Beban-beban yang diperhitungkan dalam perencanaan adalah beban mati, beban hidup, dan beban angin. Struktur atap dalam perencanaan kuda-kuda harus mampu memikul semua beban kombinasi sebagai berikut:

$$1). \text{Kombinasi I} = 1,4.D \quad (\text{III.a1})$$

$$2). \text{Kombinasi II} = 1,2.D + 0,5.L \quad (\text{III.a2})$$

$$3). \text{Kombinasi III(a)} = 1,2.D + 1,6.L + 0,8.W \quad (\text{III.a3})$$

$$\text{Kombinasi III(b)} = 1,2.D + 1,6.L - 0,8.W \quad (\text{III.a4})$$

$$4). \text{Kombinasi IV} = 1,2.D + 1,3.W + 0,5.L \quad (\text{III.a5})$$

$$5). \text{Kombinasi V(a)} = 0,9.D + 1,3.W \quad (\text{III.a6})$$

$$\text{Kombinasi V(b)} = 0,9.D - 1,3.W \quad (\text{III.a7})$$

2.2 Perencanaan Struktur Plat Lantai dan Tangga

a) Perencanaan pelat lantai

Pelat beton bertulang yaitu struktur tipis yang dibuat dari beton bertulang dengan bidang yang arahnya horizontal, dan beban yang bekerja adalah tegak lurus pada bidang tersebut. Ketebalan bidang pelat ini relatif sangat kecil apabila dibandingkan dengan bentang panjang maupun lebarnya. Pelat beton berfungsi sebagai diafragma atau unsur pengaku

horizontal yang sangat bermanfaat untuk mendukung ketegaraan balok portal (Asroni, 2014a: 161).

Beban yang bekerja pada pelat berupa beban vertikal, yaitu beban mati dan beban hidup saja. Pada hitungan pelat selalu diambil lebar pelat $b = 1,0 \text{ m} = 1000 \text{ mm}$.

b) Perencanaan tangga beton bertulang

Pada bangunan gedung bertingkat, umumnya tangga digunakan sebagai sarana penghubung antara lantai tingkat yang satu dengan lantai tingkat yang lain, khususnya bagi para pejalan kaki (Asroni, 2014a: 195).

Pada perencanaan tangga dipertimbangkan hal-hal berikut:

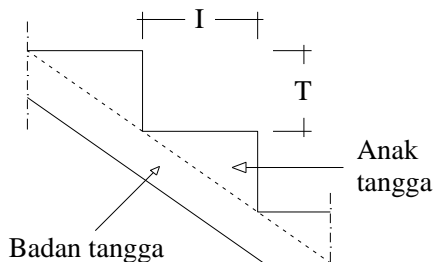
- 1). Ukuran anak tangga ditentukan dengan rumus:

$$2.T + I = (61 - 65)$$

(III.b2)

(jarak satu langkah orang berjalan berkisaran antara 61 cm sampai dengan 65 cm, untuk orang Indonesia diambil 61 cm).

- 2). Berat anak tangga dihitung sebagai beban terbagi rata setebal $T/2$



Keterangan:

T = tinggi bidang tanjakan (*optrede*)
atau tinggi anak tangga, cm.

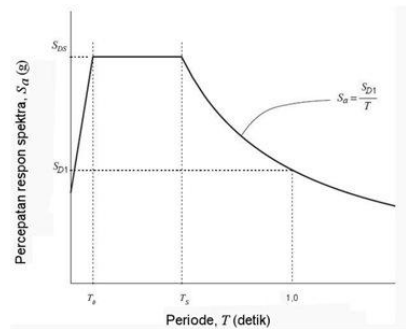
I = lebar bidang injakan (*aanrede*)
atau lebar anak tangga, cm.

Gambar III.1. Ukuran anak tangga (T dan I)

- 3). Perhitungan tulangan

2.3 Diagram Respons Spektrum

Respons spektrum gempa dapat dibuat/digambar berdasarkan rumus-rumus ketentuan yang tercantum dalam SNI Gempa-2012. Ada pula cara praktis untuk membuat respons spektrum aplikasi PU dengan data klasifikasi situs tanah (SA sampai SF)



Gambar III.2 Respons Spektrum Beban Gempa

2.4 Perencanaan Balok

a). Perhitungan tulangan longitudinal

Tulangan longitudinal dipasang searah panjang batang balok (sehingga disebut tulangan memanjang), dan berfungsi menahan momen perlu balok.

Tulangan longitudinal dihitung berdasarkan momen perlu (M_u) yang bekerja pada balok, dipilih nilai M_u yang terbesar dari:

$$1). M_u = 1,4.M_D \quad (\text{III.d.1.1})$$

$$2). M_u = 1,2.M_D + 1,6.M_L \quad (\text{III.d.1.2})$$

$$3). M_u = 1,2.M_D + M_L + M_E^{(+/-)} \quad (\text{III.d.1.3})$$

$$4). M_u = 0,9.M_D + M_E^{(+/-)} \quad (\text{III.d.1.4})$$

dengan: M_D , M_L , dan M_E masing-masing momen terfaktor yang diakibatkan oleh beban mati, beban hidup, dan beban gempa.

b). Perhitungan tulangan geser

Tulangan geser (begel) balok dihitung berdasarkan gaya geser perlu V_u terbesar yang bekerja pada balok:

$$1). V_u = 1,4.V_D \quad (\text{III.d.2.1})$$

$$2). V_u = 1,2.V_D + 1,6.V_L \quad (\text{III.d.2.2})$$

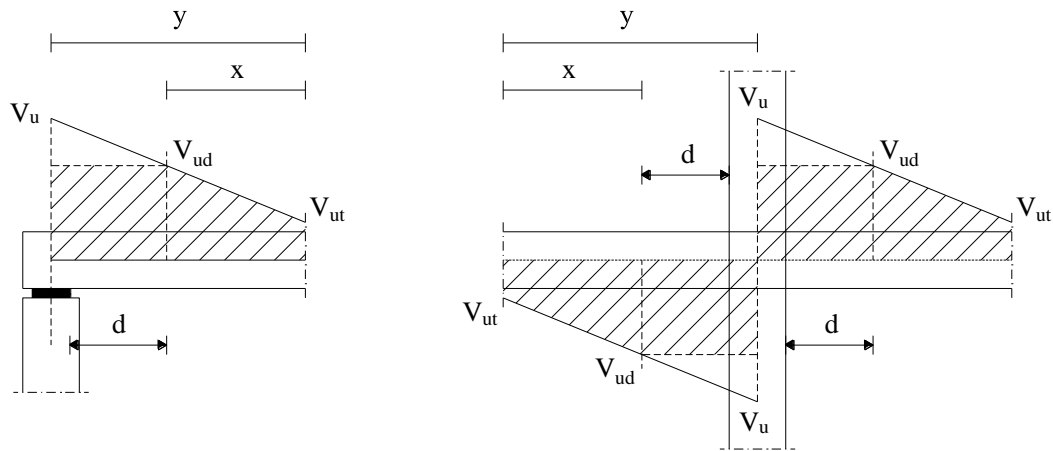
$$3). V_u = 1,2.V_D + V_L + V_E^{(+/-)} \quad (\text{III.d.2.3})$$

$$4). V_u = 0,9.V_D + V_E^{(+/-)} \quad (\text{III.d.2.4})$$

dengan: V_D , V_L , dan V_E masing-masing gaya geser terfaktor yang diakibatkan oleh beban mati, beban hidup, dan beban gempa.

Pasal 11.1.3.1 SNI 2847-2013, nilai V_u boleh diambil pada jarak d (menjadi V_{ud}) dari muka kolom sebagai berikut:

$$V_{ud} = V_{ut} + \frac{x}{y} \cdot (V_u - V_{ut}) \quad (\text{III.d.2.5})$$



Gambar III.3. Lokasi gaya geser maksimum (V_{ud}) untuk perencanaan

2.5 Perencanaan Kolom

a). Perhitungan tulangan longitudinal

Tulangan longitudinal dihitung berdasarkan beban perlu (P_u dan M_u) yang bekerja pada kolom, merupakan hasil kombinasi beban (kuat perlu U) berikut:

- 1). $U = 1,4.D$ (III.e.1.1)

- 2). $U = 1,2.D + 1,6.L$ (III.e.1.2)

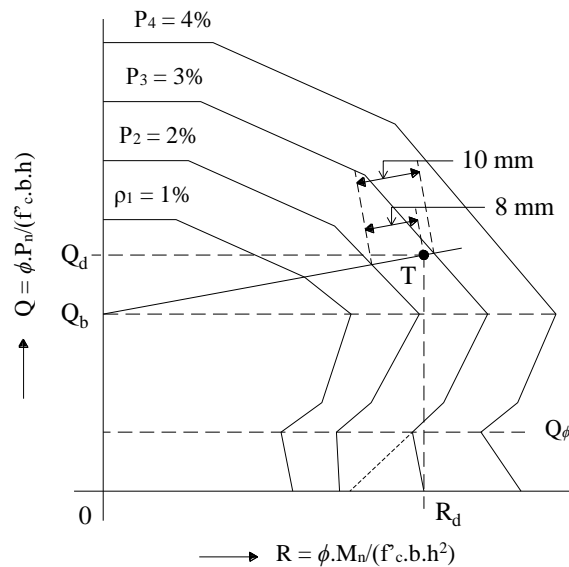
- 3). $U = 1,2.D + L + E^{(+/-)}$ (III.e.1.3)

- 4). $U = 0,9.D + E^{(+/-)}$ (III.e.1.4)

Diagram yang akan dibuat berupa diagram desain kolom tanpa satuan, dengan rasio tulangan (ρ) sebesar 1%, 2%, 3%, dan 4%. Cara pembuatan diagram dilaksanakan sebagai berikut (Asroni. A, 2014b: 38):

- 1). Dihitung nilai $\phi.P_u$ dan $\phi.M_u$ berdasarkan 5 kondisi beban, dari suatu penampang kolom dengan rasio tulangan (ρ) sebesar 1%.
- 2). Dihitung nilai $Q = (\phi.P_n)/(f'_c.b.h)$ dan nilai $R = (\phi.M_n)/(f'_c.b.h^2)$ untuk setiap hasil hitungan $\phi.P_u$ dan $\phi.M_u$ berdasarkan 5 kondisi beban, kemudian diplotkan dalam bentuk diagram, sehingga diperoleh diagram interaksi kolom kuat desain tanpa satuan dengan $\rho_1 = 1\%$.

- 3). Diulang lagi proses hitungan pada langkah 1 dan langkah 2 dengan rasio tulangan $\rho_2 = 2\%$, $\rho_3 = 3\%$, dan $\rho_4 = 4\%$, sehingga diperoleh diagram desain kolom tanpa satuan seperti pada Gambar III.4.



Gambar 4. Diagram desain kolom dan cara menentukan nilai ρ_t

2.6 Perencanaan Fondasi

Pondasi direncanakan menggunakan pondasi tiang pancang. Dengan menyesuaikan kondisi tanah yang berada di lapangan.

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Perencanaan

Data-data perencanaan struktur mencakup hal-hal sebagai berikut :

- 1) Struktur beton bertulang 4 lantai + 1 *basement* dengan sistem rangka pemikul momen biasa di wilayah Wonogiri.
- 2) Spesifikasi struktur adalah :
 - (a). Dimensi awal kolom 550/550 mm dan balok 300/600 mm. Dimensi ini digunakan sebagai data awal perhitungan dan dapat berubah sesuai dengan perhitungan dimensi yang paling optimal.
 - (b). Struktur beton (balok, kolom, tangga, pelat atap, pelat lantai)
 - (c). Mutu beton $f'_c = 25$ MPa
 - (d). Mutu baja $f_y = 350$ Mpa (tulangan utama)
 - (e). Mutu baja $f_y = 240$ Mpa (tulangan geser)
 - (f).

3) Struktur pondasi dipakai pondasi tiang pancang $F'_c = 25 \text{ Mpa}$, $F_y = 300 \text{ MPa}$

3.2 Alat Bantu Hitungan dan Desain Perencanaan

1) Program SAP 2000 v.15

Program ini digunakan untuk membantu dalam perhitungan dan perencanaan analisis struktur portal beton bertulang.

2) Program AutoCAD v.2010

Program ini digunakan untuk mendesain gedung yang akan direncanakan dan juga untuk menggambar detail-detail struktur bangunan yang diperlukan dalam perencanaan.

3) Program Microsoft Office 2010

Program ini digunakan untuk membuat dan menyusun laporan, bagan alir, analisa data, perhitungan dan tabel-tabel.

3.3 Tahapan Perencanaan

Perencanaan gedung ini dilaksanakan dalam 4 (empat) tahap seperti terlihat dalam bagan alir pada Gambar IV.1, yaitu sebagai berikut :

1) Tahap I :

- **Pengumpulan data**
- **Desain gambar rencana**

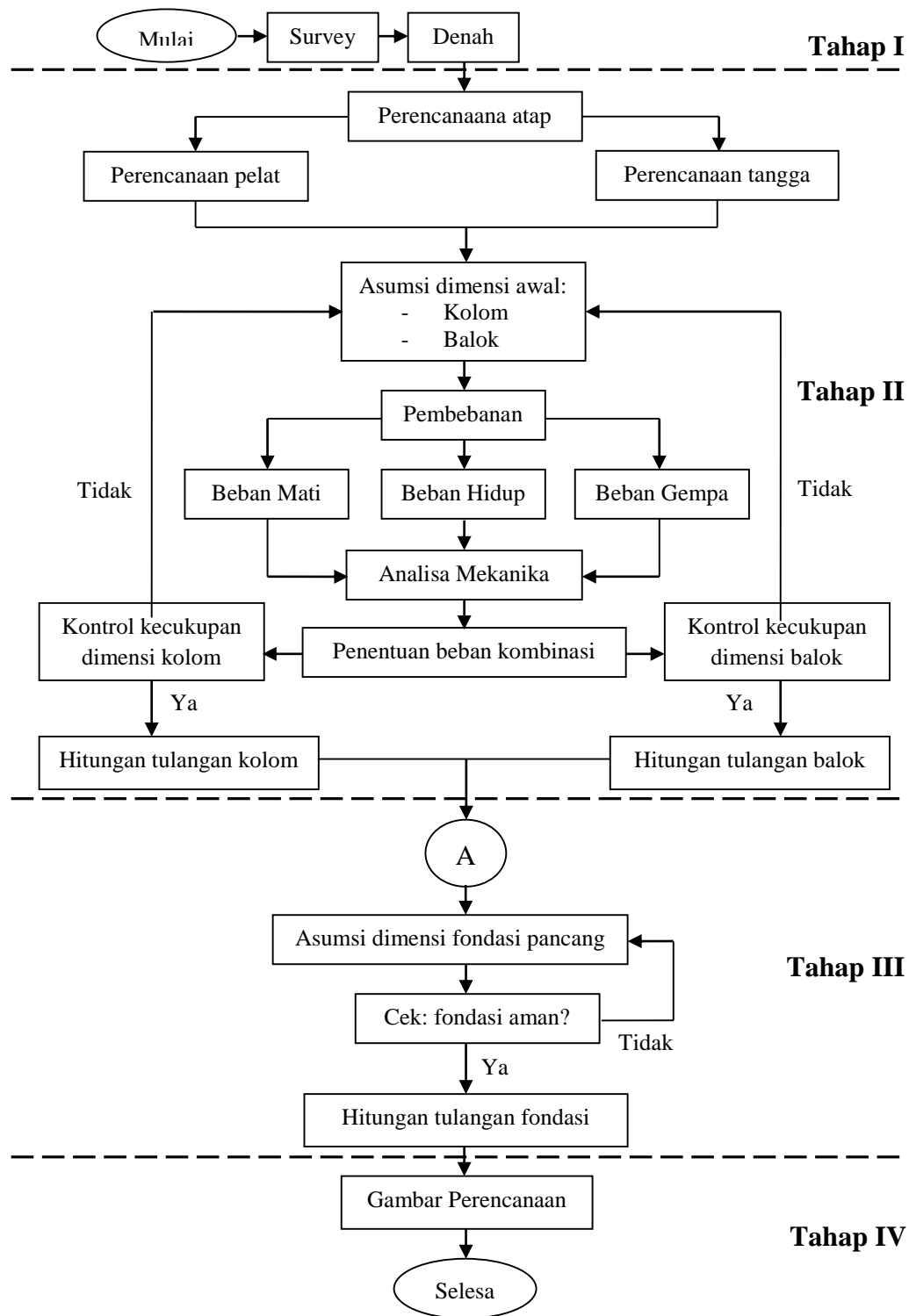
2) Tahap II :

- **Perencanaan Atap**
- **Perencanaan plat lantai dan tangga**
- **Perencanaan balok dan kolom**
- **Menentukan kecukupan dimensi balok dan kolom**

3) Tahap III : Perencanaan pondasi (Tiang pancang, plat *poer* dan sloof)

4) Tahap IV : Gambar detail

Untuk tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar IV.1.



Gambar 5. Tahapan perencanaan tugas akhir

3.1 Atap Baja

Tabel 1. Hasil hitungan perencanaan gording

Profil Gording	M_{ux} (kg.m)	M_{uy} (kg.m)	Kontrol tegangan	Kontrol lendutan
			$\frac{M_{ux}}{\phi_b \cdot M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\frac{1}{2} \phi_b \cdot M_{ny}} \leq 1,0$	$\delta_y < d_{kk}/240$
C _{100x50x20x3} ₂	342,10	0	0,74 ≤ 1,0 (Aman)	15,202 mm < 15,278 mm (Aman)

Tabel 2 Hasil hitungan perencanaan kuda-kuda baja

Batang	Profil
a ₁ s/d a ₁₀	2L _{50x50x4}
b ₁ s/d b ₁₀ dan v ₁ , v ₂ , v ₃ , v ₄ , v ₆ , v ₇ , v ₈ , v ₉ , v ₁₀	2L _{50x50x4}
d ₁ s/d d ₈	2L _{50x50x4}
v ₅	2L _{60x60x4}

- Tebal las yang digunakan adalah 5 mm, sedangkan panjang las adalah 20 mm, 30 mm, dan 40 mm.
- Tieroad menggunakan besi polos Ø8.
- Plat kopel didapat tebal 8 mm dan tebal las 5 mm.
- Plat landasan kuda – kuda menggunakan plat tebal 8 mm dan di angkur dengan 2 baut 12 mm.

3.2 Plat

Asumsi pada perhitungan plat adalah terjepit penuh, karena plat dicor secara monolit dengan balok menjadi satu kesatuan. Dari hasil hitungan didapatkan sebagai berikut :

Tabel 3 Tulangan pelat atap

Type Pelat Atap	Momen perlu (kN.m)	Tulangan pokok	Tulangan bagi
A	$M_{lx}^{(+)} = 0,687$	D8 - 125	-
	$M_{ly}^{(+)} = 0,687$	D8 - 150	-
	$M_{lx}^{(-)} = 1,701$	D8 - 125	D6 - 125
	$M_{ly}^{(-)} = 1,701$	D8 - 150	D6 - 125
B	$M_{lx}^{(+)} = 1,210$	D8 - 125	-
	$M_{ly}^{(+)} = 0,523$	D8 - 150	-
	$M_{lx}^{(-)} = 2,584$	D8 - 125	D6 - 125
	$M_{ly}^{(-)} = 1,865$	D8 - 150	D6 - 125

Tabel 4 Tulangan pelat lantai

Type Pelat Lantai	Momen perlu (kN.m)	Tulangan pokok	Tulangan bagi
A	$M_{lx}^{(+)} = 1,163$	D8 - 100	-
	$M_{ly}^{(+)} = 1,163$	D8 - 100	-
	$M_{tx}^{(-)} = 2,880$	D8 - 100	D6 - 110
	$M_{ty}^{(-)} = 2,880$	D8 - 100	D6 - 110
B	$M_{lx}^{(+)} = 2,049$	D8 - 100	-
	$M_{ly}^{(+)} = 0,886$	D8 - 100	-
	$M_{tx}^{(-)} = 4,375$	D8 - 100	D6 - 110
	$M_{ty}^{(-)} = 3,156$	D8 - 100	D6 - 110
C	$M_{lx}^{(+)} = 1,099$	D8 - 100	-
	$M_{ly}^{(+)} = 0,673$	D8 - 100	-
	$M_{tx}^{(-)} = 2,445$	D8 - 100	D6 - 110
	$M_{ty}^{(-)} = 2,020$	D8 - 100	D6 - 110

Tabel 5 Tulangan pelat lantai *Basement*

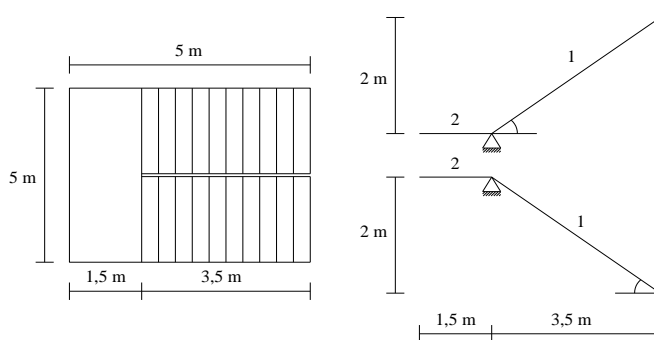
Type Pelat Lantai	Momen perlu (kN.m)	Tulangan pokok	Tulangan bagi
A	$M_U = 12,568$	D10 - 125	D8 - 100

Tabel 6. Tulangan pelat dinding *basement*

Type Pelat Dinding Basement	Momen perlu (kN.m)	Tulangan pokok	Tulangan bagi
A	$M_{lx}^{(+)} = 21,725$	D12 - 140	-
	$M_{ly}^{(+)} = 13,316$	D12 - 140	-
	$M_{tx}^{(-)} = 48,356$	D12 - 140	D8 - 120
	$M_{ty}^{(-)} = 39,947$	D12 - 140	D8 - 120
B	$M_{lx}^{(+)} = 14,717$	D12 - 170	-
	$M_{ly}^{(+)} = 14,717$	D12 - 170	-
	$M_{tx}^{(-)} = 36,442$	D12 - 170	D8 - 120
	$M_{ty}^{(-)} = 36,442$	D12 - 170	D8 - 120

3.3 Tangga

Perhitungan tangga direncanakan dengan ketentuan sesuai dengan gambar V.1 di bawah ini :



Gambar 6 Bentuk tangga

Dari hasil perhitungan didapatkan sebagai berikut :

Tabel.7. Tulangan struktur tangga lantai *basement* dan lantai 1

Batang	Daerah Batang	Momen perlu (kN.m)	Tulangan pokok	Tulangan bagi
1	Kiri	-10,99	D10 - 160	D8 - 200
	Tengah	8,16	D10 - 160	D8 - 200
	Kanan	-16,15	D10 - 100	D8 - 200
2	Kiri	0,00	D10 - 160	D8 - 200
	Tengah	-3,05	D10 - 160	D8 - 200
	Kanan	-10,99	D10 - 160	D8 - 200

3.4 Balok

Untuk contoh hasil hitungan balok diambil pada balok B1-X32. Hasil perhitungan disajikan dalam tabel berikut ini :

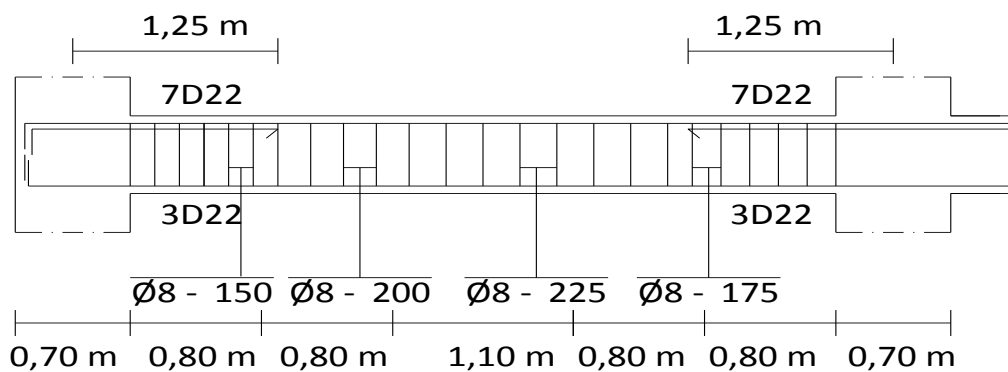
Tabel 8. Tulangan longitudinal balok B1-X32

Balok	Posisi Balok	Stasioner (m)	$M_u^{(-)}$ (kNm)	$M_u^{(+)}$ (kNm)	Digunakan Tulangan		
					Tul. Atas	Tul. Tengah	Tul. Bawah
B1-X32 350/650	Kiri	0	381,16	183,37	7D22	2D13	3D22
	Lapangan	2,5	0,00	88,85	3D22	2D13	3D22
	Kanan	5	380,72	183,69	7D22	2D13	3D22

Tabel 9 Tulangan geser balok B1-X32

Nama Balok	Dimensi (mm)	Bentang (m)	Bentang dari muka kolom kiri ke kanan (m), luas begel perlu $A_{v,u}$ (mm ²) dan pemasangan begel				
			0,8	0,8	1,1	0,8	0,8
B1-X32	350/600	5	585,541	483,863	408,333	408,333	516,669
			Ø8 - 150	Ø8 - 200	Ø8 - 225	Ø8 - 225	Ø8 - 175

Gambar penulangan Balok B1-X32 seperti berikut :



Gambar V.2 Gambar Penulangan Balok B1-X32

3.5 Kolom

Untuk hasil hitungan tulangan pada kolom diambil contoh pada KB-1. Hasil hitungan disajikan pada tabel berikut ini :

Tabel V.10 Tulangan longitudinal kolom

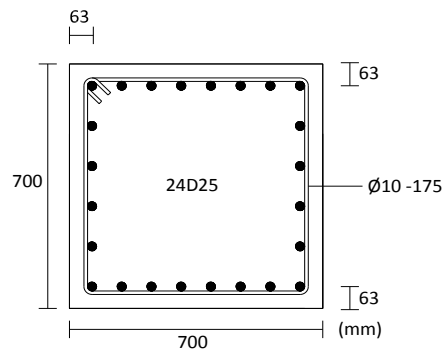
Kolom	P_u terbesar (kN)	M_u terbesar (kNm)		Digunakan Tulangan		Tul Total/desain
		Arah X	Arah Y	Arah X	Arah Y	Arah X dan Y
Basement	1099,61	565,68	641,03	12D25	12D25	24D25

]

Tabel 11 Tulangan geser kolom

Kolom	Digunakan Tulangan begel
<i>Basement</i>	Ø 10 -175

Gambar penulangan Kolom KB-1 seperti berikut :



Gambar 10 Gambar Penulangan Kolom KB-1

3.6 Pondasi

Tabel 12 Hitungan tiang pancang

Dimensi tiang (mm)	Panjang per tiang (m)	Momen tiang (kNm)	Tul.Longitudinal tiang (mm)	Gaya geser tiang(kN)	Tul. Begel tiang (mm)
400/400	6	6,181	4D16	9,941	Ø 6 -170

Tabel 13 Hitungan tulangan *poer*

Dimensi <i>poer</i> (m)	Tebal <i>poer</i> (m)	Momen <i>poer</i> (kNm)		Tul. Atas/Tul.Bawah	
		Arah X	Arah Y	Arah X	Arah Y
2,5 x 2,5	1,00	756,11	756,11	D25-110	D25-110

3.7 Sloof

Tabel 14 Hitungan tulangan longitudinal *Sloof*

Dimensi <i>Sloof</i> (mm)	Panjang <i>Sloof</i> (m)	Mu (kN)	D (mm)	ds (mm)	As,u (mm ²)	Tul. pokok
300/500	5	64,0625	16	87	963,67	5D16

Tabel 15 Hitungan tulangan geser *Sloof*

Nama Sloof & Dimensi	Bentang (m)	Vu (kN)	Vc (kN)	dp (mm)	d (mm)	Av,u (mm ²)	Tul. begel
SL 300/500	5	51,25	103,25	8	413	333,3	Ø8-125

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Dari hasil perencanaan dan perhitungan struktur gedung *Apartement* 4 lantai dan 1 *Basement* dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB) di wilayah Wonogiri, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1). Perencanaan struktur atap rangka baja digunakan berikut:
 - a). Gording menggunakan baja profil kanal C_{100x50x20x3,2} dengan jarak antar gording 1,40 m.
 - b). *Tieroad* menggunakan besi polos Ø8 mm.
 - c). Kuda-kuda rangka baja menggunakan 2 jenis profil, yaitu batang diagonal dari profil 2L_{50x50x4}, batang vertikal tengah dari profil 2L_{60x60x3}, batang vertikal lainnya dari profil 2L_{50x50x4}, batang atas dan batang bawah juga dari profil 2L_{50x50x4}.
 - d). Sambungan profil rangka kuda-kuda baja menggunakan las tebal 5 mm dengan panjang las 20 mm dan 40 mm.
 - e). Pelat buhul rangka kuda-kuda baja menggunakan pelat baja setebal 8 mm.
- 2). Pada batang tekan atas dan diagonal digunakan pelat kopel dengan jarak 440,15 mm dan tebal las 3 mm.

- 3). Plat landasan kuda-kuda didapat dimensi 208 mm x 208 mm dengan tebal plat 8 mm. Sedangkan Plat landasan diangkur dengan baut diameter 12 mm.
- 4). Perencanaan konstruksi pelat dan tangga digunakan berikut:
- a). Pelat atap beton bertulang *type* A (2,5 m x 2,5 m) dan B (2,5 m x 4 m) dengan ketebalan 100 mm menggunakan tulangan pokok D8 – 25 dan D8 – 150 serta menggunakan tulangan bagi D6 – 125.
 - b). Pelat lantai 1 sampai dengan 4 digunakan beton bertulang dengan ketebalan 120 mm. Pelat lantai dipasang tulangan pokok D8 – 100 dan tulangan bagi D6 – 110.
 - c). Pelat lantai *Basement* digunakan beton bertulang dengan ketebalan 200 mm. Pelat lantai dipasang tulangan pokok D10 – 125 dan tulangan bagi D8 – 100. Sedangkan untuk plat dinding *Basement* digunakan plat beton bertulang dengan ketebalan D12 – 140 dan tulangan bagi D8 – 120.
 - d). Konstruksi tangga beton bertulang dengan tebal 120 mm dengan *optrade* T = 18 cm dan *antrade* I = 29 cm. Pada bordes maupun badan tangga dipasang tulangan pokok D10 – 160 dan tulangan bagi D8 – 200.
- 5). Perencanaan struktur balok anak digunakan dimensi 250/400 dan 250/350 . Tulangan longitudinal menggunakan D16 dan tulangan geser (begel) menggunakan Ø8.
- 6). Perencanaan struktur balok utama digunakan berikut:
- a). Balok utama lantai 1 menggunakan dimensi 350 mm x 650 mm dengan tulangan longitudinal D22 dan D13 serta tulangan geser (begel) Ø8.
 - b). Balok utama lantai 2 menggunakan dimensi 350 mm x 600 mm dengan tulangan longitudinal D22 dan D13 serta tulangan geser (begel) Ø8.
 - c). Balok utama lantai 3 menggunakan dimensi 300 mm x 600 mm dengan tulangan longitudinal D22 dan D10 serta tulangan geser (begel) Ø8.
 - d). Balok utama lantai 4 menggunakan dimensi 300 mm x 550 mm dengan tulangan longitudinal D19 dan D10 serta tulangan geser (begel) Ø8.
 - e). Balok utama lantai atap menggunakan dimensi 300 mm x 450 mm dengan tulangan longitudinal D19 dan D16 serta tulangan geser (begel) Ø8.
- 7). Perencanaan kolom digunakan berikut:
- a). Kolom lantai *Basement* menggunakan dimensi 700 mm x 700 mm dengan tulangan longitudinal D25 serta tulangan geser (begel) Ø10.
 - b). Kolom lantai 1 menggunakan dimensi 650 mm x 650 dengan tulangan longitudinal D25 serta tulangan geser (begel) Ø10.

- c). Kolom lantai 2 menggunakan dimensi 600 mm x 600 mm dengan tulangan longitudinal D22 serta tulangan geser (begel) Ø10.
 - d). Kolom lantai 3 menggunakan dimensi 550 mm x 550 mm dengan tulangan longitudinal D22 serta tulangan geser (begel) Ø10.
 - e). Kolom utama lantai 4 menggunakan dimensi 450 mm x 450 mm dengan tulangan longitudinal D19 serta tulangan geser (begel) Ø10.
- 8). Perencanaan fondasi dan *sloof* digunakan berikut:
- a). Plat *poer* pondasi menggunakan ukuran (2,5x2,5) m² setebal 120 cm dengan tulangan D25 dan jarak 90 mm.
 - b). Kelompok tiang pancang berjumlah 5 tiang dengan dimensi tiang pancang 40/40 cm dengan Tulangan pokok 4D16 dan begel 2dp6 – 170.
 - c). *Sloof* direncanakan mempunyai dimensi 300 mm x 500 mm, menggunakan tulangan pokok D16 dengan tulangan bagi Ø8 - 125.

4.2 Saran

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam suatu perencanaan struktur gedung bertingkat sebagai berikut:

- 1). Dalam perencanaan struktur gedung seharusnya menggunakan standar peraturan terbaru yang telah diterbitkan pemerintah (SNI) baik perencanaan beban gempa maupun peraturan beton bertulang agar hasil perencanaan yang direncanakan sesuai dengan kondisi dan memenuhi persyaratan.
- 2). Penggunaan data sondir dari wilayah perencanaan gedung dapat memperoleh data daya dukung tanah yang sesuai dengan wilayah perencanaan sehingga hasil perencanaan dapat sesuai dengan kondisi struktur tanah di lapangan.
- 3). Perencanaan dimensi struktur (balok, kolom, fondasi maupun *sloof*) hendaknya ditentukan dengan memperhatikan perbandingan beton dan rasio tulangan pada struktur agar mendapatkan hasil perencanaan yang efisien.

DAFTAR PUSTAKA

Al Amin, Najib, 2014. *Perencanaan Gedung Sekolah 4 Lantai (+1 Basement) dengan Prinsip Daktil Penuh di Daerah Sukoharjo*, Skripsi, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.

- Anonim, 2013. *Beban Gempa dan Pengaruhnya Terhadap Struktur Bangunan* (online), (<http://www.tekniksipil.org>) *rekayasa-gempa/beban-gempa-dan-pengaruhnya-terhadap-struktur-bangunan/*, diakses 28 Desember 2015.
- Asroni, A., 2016. *Desain Portal Beton Bertulang Dengan SRPMB Berdasarkan SNI 2847-2013*, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Asroni, A., 2014a. *Teori dan Desain Balok Pelat Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847-2013*, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Asroni, A., 2014b. *Teori dan Desain Kolom Fondasi dan Balok “T” Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847-2013*, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Asroni, A., 2015. *Rumus Hitungan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847-2013*, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, SNI 1726-2012. ICS 91.120.25;91.080.01*, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, 2013. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Struktur Bangunan Gedung, SNI 2847-2013. ICS 91.080.40*, Jakarta.
- Budi, Rahmad, 2010. *Perencanaan Gedung Swalayan 4 Lantai 1 Basement di Yogyakarta dengan Prinsip Daktail Penuh*, Skirpsi, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- DPMB, 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia N.I.-2*, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- DPMB, 1983. *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung*, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- DSN, 1989. *Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung, SNI 03-1727-1989*. UDC, Jakarta.
- Rochman, A., 2012. *Pedoman Penyusunan Tugas Perancangan Atap*, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.